КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 621.825.54 DOI: 10.12737/3519

Точность срабатывания адаптивной фрикционной муфты с раздельным силовым замыканием*

М. П. Шишкарёв, А. Ю. Угленко

За счёт раздельного силового замыкания пар трения основной и дополнительной фрикционной группы выявлена возможность увеличения коэффициента усиления обратной связи и точности срабатывания адаптивной фрикционной муфты. Нагрузочная характеристика адаптивной фрикционной муфты представлена в форме кривой, монотонно возрастающей в полном интервале изменения величины коэффициента трения. Полученные результаты по трём вариантам варьирования переменных величин параметров адаптивной фрикционной муфты показали, что для достижения наибольшей точности срабатывания муфты с раздельным силовым замыканием, выполненной по второму варианту, необходимо принимать максимально возможное число пар трения основной фрикционной группы и максимальную величину коэффициента усиления.

Ключевые слова: *адаптивная фрикционная муфта, точность срабатывания, коэффициент усиления, фрикционная группа, раздельное силовое замыкание.*

Введение. Ранее было установлено, что повышение точности срабатывания адаптивной фрикционной муфты (АФМ) второго поколения принципиально возможно только за счёт увеличения коэффициента усиления (КУ) обратной связи. В базовом варианте АФМ второго поколения увеличение КУ, по условиям работы, невозможно сверх некоторой предельной величины [1], что ограничивает точность её срабатывания. Разработка теоретических предпосылок использования в АФМ второго поколения раздельного силового замыкания пар трения основной фрикционной группы (ОФГ) и дополнительной фрикционной группы (ДФГ) выявили возможность увеличения КУ.

В работе была поставлена задача изучения влияния конструктивных параметров на точность срабатывания АФМ второго поколения с раздельным силовым замыканием при реализации нагрузочной характеристики в форме кривой, монотонно возрастающей в интервале изменения коэффициента трения.

Решение задачи. Исследуем влияние параметров АФМ на точность её срабатывания. Объект исследования — АФМ второго поколения с раздельным силовым замыканием показана на рис. 1 в виде принципиальной схемы.

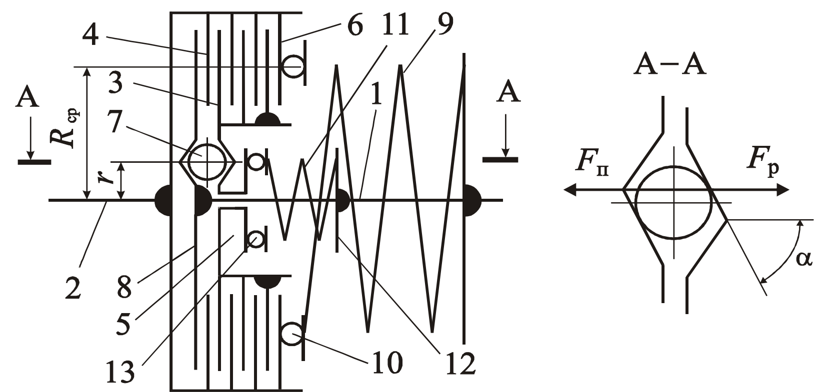


Рис. 1. Принципиальная схема АФМ.

* Работа выполнена при финансовой поддержке «АСП-Композит».

Две соосные одна другой полумуфты 1 и 2 кинематически связаны между собой фрикционными группами:

– ОФГ, состоящей из дисков 3 и 4, а также нажимного диска 5;

– ДФГ, включающей нажимной диск 5 и диск 6.

Тело качения 7, входящее в состав управляющего устройства (УУ) обратной связи, расположено в скошенном гнезде, выполненном на торцах нажимного диска 5 и упорного диска 8, закрепленного на полумуфте 1 (сечение А–А).

Общее силовое замыкание пар трения ОФГ и ДФГ осуществляется пружиной 9, передающей усилие через упорный подшипник 10, а силовое замыкание пар трения ОФГ — дополнительно пружиной 11, опирающейся справа на жёсткий упор 12. Слева, между нажимным диском и пружиной 11, поставлен упорный подшипник 13.

Таким образом, пары трения 3–4 ОФГ замыкаются усилиями пружин 9 и 11, а пары трения ДФГ — только усилием пружины 9.

Используя известную из работы [1] формулу вычисления величины вращающего момента АФМ, запишем выражение для определения коэффициента точности исследуемого варианта муфты [2]:

$$K_т = \frac{f_{\max}\left[z\left(1+n\right)+z_1\left(1-Cf_{\max}\right)\right]\left[1+Cf_{\min}\left(z-1\right)\right]}{f_{\min}\left[z\left(1+n\right)+z_1\left(1-Cf_{\min}\right)\right]\left[1+Cf_{\max}\left(z-1\right)\right]}. \tag{1}$$

где $f_{\min}$, $f_{\max}$ — соответственно минимальное и максимальное значения коэффициента трения; z — общее число пар трения ОФГ; z_1 — число пар трения ДФГ; n — коэффициент: $n = F_{п1}/F_п$; $F_{п1}$ — сила натяжения пружины, осуществляющей замыкание пар трения ОФГ; $F_п$ — сила натяжения пружины, осуществляющей общее замыкание пар трения ОФГ и ДФГ; C — КУ муфты.

Точность срабатывания адаптивных фрикционных муфт второго поколения в основном оценивается коэффициентом точности, представляющим отношение наибольшего и наименьшего крутящих моментов, при которых возможно срабатывание (2):

$$K_т = \frac{T_{\max}}{T_{\min}}. \tag{2}$$

Чаще всего, коэффициент точности больше единицы. Желательно, чтобы он был ближе к единице, так как в этом случае адаптивно-фрикционная муфта работает более надёжно и качество защиты выше.

Анализ соотношения (1) показывает, что величина $K_т$ зависит от параметров z, z_1, n и C.

Приняв в качестве аргумента параметр C, исследуем влияние на точность срабатывания АФМ остальных указанных параметров.

График функции $K_т\left(C\right)$ при переменной величине z приведён на рис. 2.

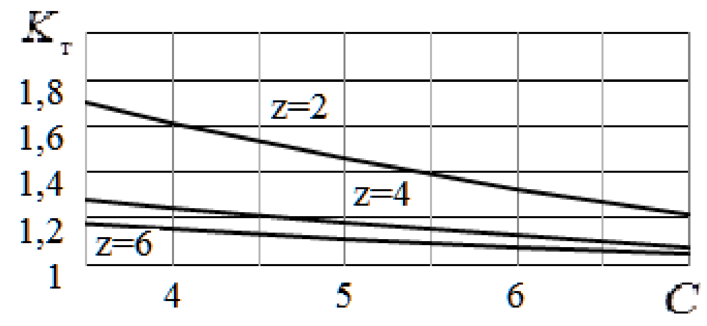


Рис. 2. Зависимость коэффициента точности срабатывания от КУ C при $n = \text{var}$

Он построен на основе формулы (1) по следующим данным: $f_{min} = 0{,}1$, $f_{max} = 0{,}8$, $n = 10$, $z_1 = 1$. Кривые 1–3 построены соответственно при $z = 2$; 4; 6.

Анализ графиков показывает, что:

– для всех кривых величина $K_т$ уменьшается, приближаясь к единице, при увеличении C;

– для одинаковых значений C величина $K_т$ уменьшается при увеличении параметра z.

График функции $K_т(C)$ при переменной величине параметра z_1 показан на рис. 3. Кривые 1–3 построены по следующим исходным данным: $f_{min} = 0{,}1$; $f_{max} = 0{,}8$; $n = 16$; $z = 6$.

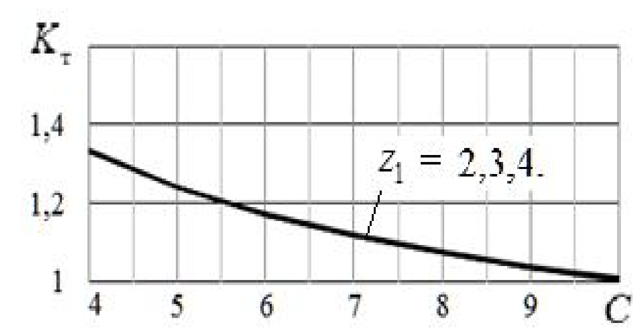


Рис. 3. Зависимость коэффициента точности срабатывания от C при $z_1 = \text{var}$

Кривые 1–3 построены соответственно при $z_1 = 2$; 3; 4.

Анализ графиков показывает следующее:

– для всех кривых величина $K_т$ уменьшается, приближаясь к единице, при увеличении C;

– параметр z_1 слабо влияет на величину коэффициента $K_т$ (кривые 1–3 практически сливаются в одну общую кривую на поле графика).

График функции $K_т(C)$ при изменении величины параметра n показан на рис. 4.

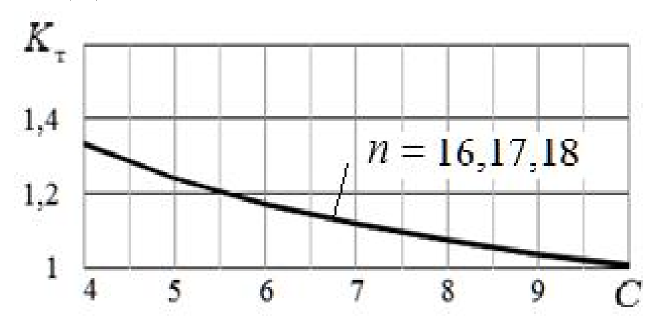


Рис. 4. Зависимость коэффициента точности от C при $z_1 = \text{var}$

Кривые 1–3 построены по следующим данным: $f_{min} = 0{,}1$; $f_{max} = 0{,}8$; $z = 6$; $z_1 = 2$. Кривые 1–3 построены соответственно при $n = 16$; 17; 18.

Анализ графиков показывает, что:

– для всех кривых величина $K_т$ уменьшается, приближаясь к единице, при увеличении C;

– величина n слабо влияет на величину $K_т$ (кривые 1–3 практически сливаются в одну общую кривую на поле графика).

Сопоставление графиков на рис. 2 и рис. 4 показывает, что для получения наибольшей точности срабатывания АФМ с раздельным силовым замыканием необходимо:

– принимать максимально возможное число пар трения ОФГ и величину C;

– назначать величины параметров z_1 и n в зависимости от требований конструктивно–компоновочного исполнения принципиальной схемы АФМ и достижения её оптимальной нагрузочной способности.

Результаты исследования могут быть использованы при расчетах и проектировании АФМ второго поколения с раздельным силовым замыканием для повышения её эксплуатационных характеристик.

Заключение.

1. Наибольшее влияние на повышение точности срабатывания АФМ второго поколения с раздельным силовым замыканием оказывает число пар трения ОФГ и величина коэффициент усиления C.

2. Параметры z (рис. 2) и n (рис. 4) не оказывают существенного влияния на точность срабатывания АФМ.

Библиографический список

1. Шишкарёв, М. П. Модернизация адаптивной фрикционной муфты второго поколения / М. П. Шишкарёв, А. Ю. Угленко // Сборка в машиностроении, приборостроении. — 2012. — № 10. — С. 3–6.

2. Поляков, В. С. Справочник по муфтам / В. С. Поляков, И. Д. Барбаш, О. А. Ряховский. — Ленинград : Машиностроение, 1974. — 352 с.

Материал поступил в редакцию 08.05.2013.

References

1. Shishkarev, M. P., Uglenko, A. Y. Modernizatsiya adaptivnoy friktsionnoy mufty vtorogo pokoleniya. [Conversion of second generation adaptive friction coupling clutch.] Sborka v mashinostroyenii, priborostroyenii, 2012, no. 10, pp. 3–6 (in Russian).

2. Polyakov, V. S., Barbash, I. D., Ryakhovskiy, O. A. Spravochnik po muftam. [Handbook on clutches.] Leningrad : Mashinostroyeniye, 1974, 352 p. (in Russian).

OPERATION ACCURACY OF ADAPTIVE FRICTION CLUTCH WITH SEPARATE FORCE CLOSURE*

M. P. Shishkarev, A. Y. Uglenko

The possibility to increase feedback gain and operation accuracy of the adaptive friction clutch is revealed at the expense of the friction couple separate force closure of the basic and supplementary friction groups. The load characteristic of the clutch is presented in the form of a curve monotonically increasing in the full range of the friction coefficient variation. The obtained results of three options of the coupling fluent parameters variability have shown that to attain a maximum operation accuracy of the clutch with separate force closure executed according to the second option, it is necessary to take the maximum possible number of friction couples of the basic friction group, and the maximum gain level.

Keywords: *adaptive friction clutch, operation accuracy, gain, friction group, separate force closure.*

*The research is done with the financial support from "ASP-Kompozit".